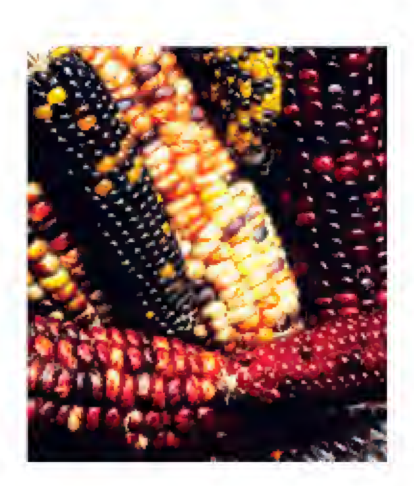


EL ANÁLISIS DE RIESGO EN LA LIBERACIÓN DE ORGANISMOS VIVOS MODIFICADOS
PÁG: 6



DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL GÉNERO *ANOPHELES* EN EL SUR DE MÉXICO
PÁG: 12



NÚM. 67 JULIO-AGOSTO DE 2006

ISSN: 1870-1760



BOLETÍN BIMESTRAL DE LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

POR UNA NUEVA CULTURA DEL AGUA

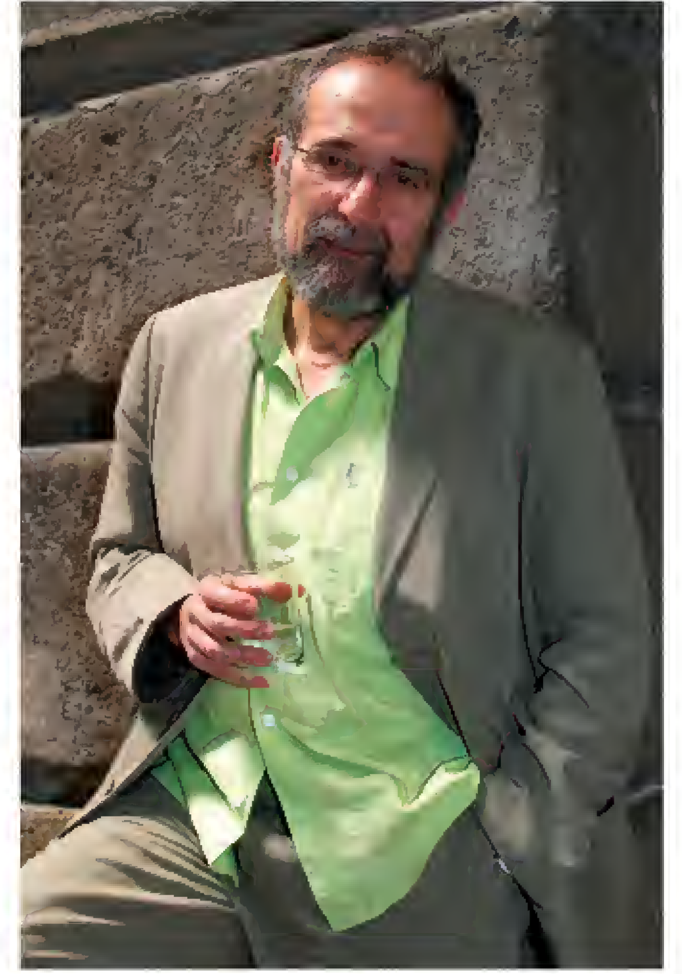
Con motivo de IV Foro Mundial del Agua, el economista y físico español Pedro Arrojo Agudo visitó nuestro país. Reconocido por su labor académica como docente, investigador y asesor, Arrojo recibió en 2003 el prestigioso premio Goldman en Medio Ambiente. Congruente con las ideas que expone en sus múltiples libros y artículos, es un importante activista en España, así como el impulsor y coordinador de la Declaración Europea por la Nueva Cultura del Agua firmada por cien científicos europeos (2004-2005). Interesado y vinculado con América Latina, Arrojo participó en la organización del Primer Encuentro por la Nueva Cultura del Agua en Fortaleza, Brasil (diciembre de 2005). A propósito de su más reciente libro, *El reto ético de la nueva cultura del agua* (Paidós, 2006), *Biodiversitas* lo entrevistó.

Entrevista con Pedro Arrojo, por Lefteris Becerra*

POR UNA NUEVA CULTURA DEL AGUA

El agua es una preocupación de la comunidad internacional. En su libro *El reto ético de la nueva cultura del agua*, el diagnóstico que usted hace es devastador; pareciera, cuando uno lo lee, que no hay demasiadas cosas que hacer para recomponer las cosas…

Entonces lo escribí mal. Pienso que estamos en un momento de crisis, positiva como todas las crisis: en materia de aguas hemos vivido durante un siglo sobre una base de pensar y actuar, sobre estrategias muy vinculadas con la prioridad del desarrollo económico; hemos considerado todo este tiempo los ríos como canales de H_2O; los acuíferos como almacenes subterráneos de agua como puro recurso; hemos destruido nuestros ecosistemas acuáticos, los hemos envenenado; en ese sentido, lo que era abundante empieza a transformarse en más escaso, pero sobre todo, desde el punto de vista de la calidad del agua y con esas prioridades desarrollistas, irresponsables a veces, hemos envenenado los ecosistemas y, con ello, a la gente, generalmente a la que es pobre y no tiene los medios para depurar un río contaminado. Ése es el punto de crisis del modelo; la comunidad técnico-científica está de acuerdo en que estamos en un momento de cambio, de la necesidad de un profundo cambio del modelo de gestión, pero en ese sentido no es que sea una visión catastrofista; todo lo contrario, estamos perfectamente en un momento en que hay que hacer modificaciones y eso es lo que intento explicar en mis conferencias y en el libro.



Pedro Arrojo

© Lefteris Becerra

¿Cuáles son los cambios que se requieren?

Hay que transformar primero la forma en que nos relacionamos con los sistemas acuáticos. La ley base de aguas en Europa desde el año 2000 dice que los ríos no pueden seguir siendo considerados canales de H_2O, sino que tienen que considerarse ecosistemas vivos. Igual que si queremos tener madera en el futuro, tenemos que hacer gestión forestal sostenible, si queremos tener agua, debemos hacer gestión fluvial, gestión de acuíferos sostenible y el objetivo principal no es entonces producir más, sino preservar la salud y la dinámica natural de nuestros ecosistemas. Creo que es un cambio de mentalidad, que los aspectos ambientales llevan a cambios en aspectos sociales, y entonces, en ese sentido es en el que introduzco el tema de la ética; una vez que tenemos el agua, que podemos sacarla de los ecosistemas acuáticos sin romper su salud ni su renovabilidad, esa agua puede tener distintos tipos de usos.

¿Cuáles son esos usos?

Está el agua vida, la que necesitamos para seguir viviendo y que al final es un derecho humano, o sea, el agua que necesitas materialmente para vivir, 30 o 40 litros de agua potable por persona al día, dice Naciones Unidas, eso es un derecho humano. Es un aspecto que debe tener una prioridad máxima, es un 1 o 2% del agua que usamos pero es muy importante y es prioritario. Luego está el agua para la sostenibilidad de los ecosistemas que está unida a eso; si hoy tenemos el problema de que 1 200 millones de personas no tienen acceso al agua potable no es porque vivan en el desierto, es porque hemos envenenado y matado la salud de los ecosistemas de los que bebían; están unidos, el agua vida es el agua para las personas y el agua para mantener el orden natural, el mínimo estado de salud…


© Fulvio Eccardi

El problema del agua ¿es producto de la sobrepoblación mundial?

Más que sobrepoblación mundial la hay de territorios, como en el DF; ése no es el problema, ésa es sólo una cuestión que agrava los problemas de distribución y de acceso en algunos momentos, pero no afecta los de cantidad; el agua que necesitamos para vivir dignamente toda la población actual, esa agua básica, los 30 o 40 litros por persona al día, es un 2% del agua que sacamos de los ríos, es nada. El problema es que no hemos priorizado eso, hemos priorizado montar una industria petroquímica y con ella contaminamos un río entero dejando a un millón de personas sin acceso al agua potable.

El agua que necesitamos para vivir es el 2%, no es un problema de cantidad sino de calidad. El agua que requieren los ríos para estar sanos es mucha más agua, pero es la parte que necesitamos, si queremos tener agua; es un compromiso que se mueve por delante de la economía, es un compromiso básico, de prioridad máxima. Como segundo paso se puede tener el agua domiciliaria, es decir el agua a la que todo ciudadano debe tener acceso en su casa: la que tienes en la cocina y el baño de tu casa, un derecho ciudadano, sin importar si se es rico o pobre, todos debemos tener derecho a eso.

¿Cómo hacer para que esto se sostenga desde el punto de vista económico?

Esto es fundamental y por tanto no debe hacerse negocio, debe ser un derecho ciudadano pero desde una economía pública, es decir, no se trata de que no pagues el agua, porque entonces no podrás tener agua pública; hay que establecer unas tarifas sociales en las que quien gasta 30 litros de agua diaria no paga nada, quien use los 100 litros siguientes pague lo que cuesta; escalones de precios crecientes de modo que quien llena la piscina tendrá que pagar 200% y pagará con su lujo el derecho humano de quien no puede pagar, y aquí ya estamos hablando de economía, pero de economía pública, de economía social.

¿Qué hay del uso industrial del agua?

Luego llegamos al agua para la industria, al agua para la agricultura masiva, el regadío, el agua para la producción, que representa el 60 o 70% de la que sacamos de los ríos y acuíferos. Y gran parte de la contaminación viene de ahí, porque no es sólo el agua que consume, sino la que inutiliza. A lo mejor una empresa consume poca agua pero inutiliza un río entero. ¿Tienen derecho un empresario a pedir agua o un agricultor que quiere tener 60 hectáreas de regadío para sus cultivos? En principio lo tienen –todos tenemos derecho a ser más ricos, con nuestro trabajo, con nuestras inversiones– pero este derecho a ser más rico no es un derecho humano, ni ciudadano, es un derecho individual que nunca debe pasar por delante del derecho humano de todos o del derecho ciudadano de la gente; el agua usada para la producción debe ser un tercer nivel de prioridad, no el primero, sino el tercero, no debe sacrificar los otros de ninguna manera. En nombre de la economía yo no puedo destruir un río, porque estoy matando a la gente, y es lo que hemos hecho.

Eso en primer lugar, y en segundo, cuando tú me pidas agua para ser más rico, yo te diré: muy bien, pero vas a pagarla, vas a pagar lo que le cuesta a la sociedad llevarte a ti el agua y eso puede ser un euro por metro cúbico, y dirás "es que es muy caro", pero el petróleo también es muy caro y la madera también es muy cara, tú mira si te sale rentable o no. De otro modo hacemos una mala economía, pagamos con dinero público el beneficio privado de los que son más ricos y eso no tiene sentido y creo que tenemos que quitarnos el miedo de hablar de tarifas y de pagar más, sobre todo cuando esa agua se emplea en agua para el desarrollo económico.

¿Qué opina del debate acerca de privatizar o dejar en manos del gobierno la gestión del agua?


© Fulvio Eccardi

Primero, hay que conseguir que el agua necesaria para la vida sea un derecho humano, y segundo, un derecho de ciudadanía: ¿vamos a privatizar los derechos de ciudadanía, vamos a transformar a los ciudadanos en clientes? Porque claro, el cliente que no tenga tarjeta de crédito, desaparece del mapa. Yo creo que hay que hacer un esfuerzo no por la gestión pública, pero sí en favor de regenerar la función pública mediante empresas públicas con participación ciudadana. El debate no es entre gestión pública o privada, sino entre público antiguo o público moderno, es decir, participativo. Ahí está el debate y yo opto por público moderno, participativo. Me parece que también un ayuntamiento es muy dueño, si lo hiciera bien, de hacer una concesión a una empresa privada, aunque a mí no me parece el camino más adecuado. Incluso si se hace eso, nunca debería tomarse una decisión en el despacho de un alcalde, ni tampoco sería suficiente en una votación del plenario; debería haber un gran debate ciudadano porque el tema es demasiado importante para decidirlo en una legislatura cuando se van a comprometer cincuenta años de concesión; debería haber un gran debate público y luego el referéndum y me atrevo a decir que serían muy pocas las ciudades en el mundo que en una consulta ciudadana limpia optarían por privatizar sus aguas. Hay que transformar el tema del agua, de tecnocrático a ciudadano.

Hay otro asunto que en México también padecen: las grandes represas. No se puede seguir trabajando con dinero público para negocios privados mediante las grandes represas, sacando pueblos enteros de su casa. En España las grandes movilizaciones de más de un millón de personas fueron justamente contra las grandes represas y los grandes trasvases que quería hacer el anterior gobierno, siendo que España ya ha hecho muchas grandes represas. Tenemos más por habitante y por kilómetro cuadrado que ningún otro país del mundo, pero aun así, esa especie de gran negocio que se hace con dinero público, donde paga el Estado pero lo disfruta la compañía eléctrica o la compañía de construcción que hace su agosto, no es correcto. Yo creo que ése es otro gran tema, ya no es el tiempo de las grandes represas, ya es el tiempo de la gestión durable y sostenible de los ríos, de las nuevas tecnologías, de las tecnologías de desalación, de depuración, de reutilización, de no pérdida en las redes; ahí es donde tenemos que trabajar, no en las grandes infraestructuras que son demoledoras con unos impactos ambientales y sociales espeluznantes, y encima, con dinero público, para enriquecer a algunas empresas, eso no puede ser.

Aunque es difícil no darle la razón tras escuchar sus argumentos, la realidad es que vemos el enfrentamiento de dos modelos irreductibles: por una parte, quienes creen que el agua debe ser un derecho humano y ciudadano, y por la otra, el Banco Mundial (BM) y otros organismos internaciona-

les que insisten en que el agua debe privatizarse.

En el ámbito mundial prevalecen de momento los últimos, aunque pienso que están en crisis interna, pues empieza a haber autocrítica en el BM; se ha impuesto un modelo muy simplista, un poco fruto de las lógicas liberales y neoliberales que han sido auspiciadas por Estados Unidos y Europa, que llevan a la idea de que cuanto más espacio haya para el mercado, más economía va a existir y al final la gente va a vivir mejor. Eso que en algunos casos y en determinadas condiciones es verdad, no es verdad en general; cuando hay mucha pobreza, mucha desigualdad, los mercados libres no resuelven ese problema, lo agravan, y las políticas públicas son las que permiten paliar en parte esas iniquidades en la distribución que el mercado no sólo ignora, sino que agranda. En cuanto al agua y otros temas, el BM ha teorizado que cuanto menos Estado y más mercado, mejor. Entonces estamos en un momento de anorexización de la función pública, se presiona para que haya menos impuestos, menos servicios y para que éstos sean privados, que haya menos gasto en todo; la función pública se reduce en todo y los ayuntamientos empiezan a no tener dinero ni para lo más elemental y acaban "vendiendo los muebles", en algunos casos, con corrupción, pero aunque no haya corrupción, el alcalde que no tiene ni para lo elemental y llega un momento en que "vende los muebles", la concesión del agua, del transporte, de lo elemental, y ¿qué queda en el ayuntamiento, qué papel juega éste ante los ciudadanos? Estamos desvertebrando nuestras sociedades en aras de que el mercado va a resolver los problemas y se está demostrando que no es verdad, que los mercados resuelven problemas cuando las cosas están bien organizadas, pero cuando están desorganizadas, aumentan las diferencias, se transforma a los ciudadanos en clientes y los que no tienen tarjeta de crédito dejan de ser ciudadanos; en ese sentido es en el que se están produciendo esas rebeldías, esas revoluciones, esos brotes de protesta social, sobre todo en América Latina. Yo estoy muy esperanzado y miramos a América Latina con admiración, pues son ustedes quienes están generando nuevos modelos de participación ciudadana muy interesantes. Los brasileños van por delante en muchos aspectos, ahora han entrado los bolivianos con una nueva posibilidad...

¿Cómo se introduce la ética en estos temas? Parece necesario pero ha estado fuera de las preocupaciones mundiales.

En principio sí, hemos teorizado que todo es bueno si el mercado funciona, pero eso nos ha llevado a situaciones desastrosas, y necesitamos dar vuelta a esto. Estamos en un momento en que podemos reconocer que los mercados han resuelto cosas interesantes, todos hemos aprendido algo; yo vengo de la izquierda y veo que el mercado puede hacer cosas interesantes, pero no se le pueden pedir peras a un olmo, al mercado no se le puede pedir que arregle problemas de desigualdad, de injusticia, de derechos humanos, que ni se compran ni se venden, ni cotizan en la bolsa, pero que son muy importantes. Yo creo que estamos en un momento en que mucha gente desde la izquierda y desde sectores razonables de la derecha estamos pensando que nos hemos pasado. Hay críticas ya dentro del BM en este sentido, en voz baja, en párrafos secundarios que dicen "tal vez nos equivocamos mitificando el libre mercado para los servicios básicos y para el medio ambiente, tal vez haya que reflexionar"; ha habido gente que ha salido de puestos dirigentes diciendo "nos hemos equivocado" y esta gente no es de izquierda, es gente que está reflexionando que el mercado tiene su sentido pero no puede sustituir la res pública de Aristóteles, la cosa pública hay que seguirla haciendo entre los seres humanos en la sociedad, mediante fórmulas colectivas democráticas y participativas. En muchos sitios estas ideas empiezan a ganar fuerza. Más que ir a lo privado hay que ir a la reorganización de la política, hacer una política participativa cotidiana que no se quede sólo en las urnas, que se transforme en mecanismos participativos cotidianos.

*Escritor <lefteris@gmail.com>

Alejandra Barrios,[1] Oswaldo Oliveros,[2]
Claudia Sánchez,[2] Elleli Huerta,[3] Francisca Acevedo[2]

EL ANÁLISIS DE RIESGO EN LA LIBERACIÓN DE ORGANISMOS VIVOS MODIFICADOS

LA REGULACIÓN DE LA BIOSEGURIDAD, DESDE UNA NORMA HASTA UNA LEY

En México se han liberado organismos vivos modificados (OVM) al ambiente desde hace ya 17 años. En 1988 la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (Sagar) recibió la primera solicitud para llevar a cabo un experimento que consistía en liberar en campo jitomate genéticamente modificado, con características para maduración retardada, el jitomate FLVR SAVR. En 1990 se constituyó el Comité Nacional de Bioseguridad Agrícola (CNBA), grupo científico de consulta obligatoria de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), con el fin de tomar decisiones de forma interdisciplinaria sobre la siembra de OVM. En 1999 se crea por decreto presidencial la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados (Cibiogem), la cual absorbió al CNBA y lo renombró como Subcomité Especializado de Agricultura (SEA), que es actualmente coordinado por la Sagarpa.

En 1996 entró en vigor la NOM-056-FITO-1995[1], redactada por el entonces CNBA, que establecía los requisitos necesarios para movimientos interestatales, importación y el establecimiento de pruebas de campo de carácter experimental de OVM obtenidos por medio de ingeniería genética y que representó el único instrumento legal por el que se autorizaba la liberación al ambiente de OVM con fines agrícolas hasta 2005. Durante los últimos 10 años se hicieron nuevos esfuerzos por parte del gobierno federal en cuanto a la regulación de estos organismos, mediante varias iniciativas de ley que no fructificaron en su momento, hasta el 18 de marzo de 2005, cuando es publicada en el *Diario Oficial de la Federación* la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM) [El Protocolo de Cartagena de Bioseguridad emplea el término organismo vivo modificado (OVM), mientras que la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, emplea el término organismo genéticamente modificado (OGM)][2]. Esta ley representó un consenso entre todas las dependencias del Ejecutivo federal con competencia en la materia, así como por parte del sector académico. La ley regula las actividades de utilización confinada, liberación experimental, liberación en programa piloto, liberación comercial, comercialización, importación y exportación de or-


© Fulvio Eccardi

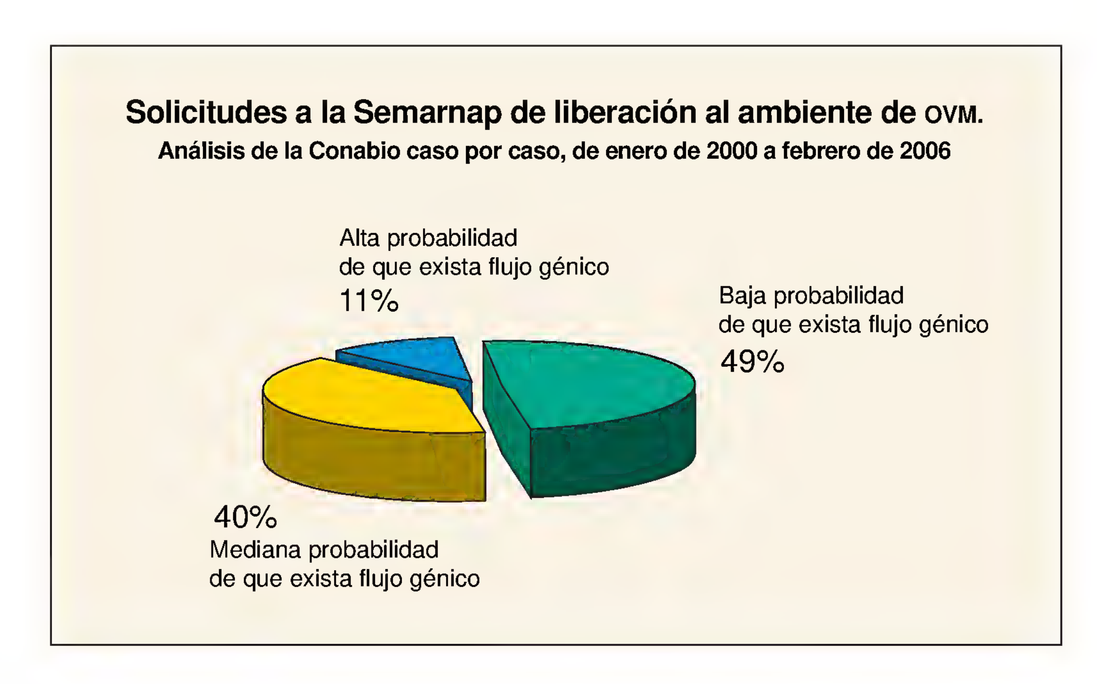


Figura 1. De enero de 2000 a febrero de 2006, la Conabio ha elaborado 1116 recomendaciones (en las solicitudes que se presentaban a la Sagarpa, y actualmente a la Semarnat, muchas veces se reciben propuestas para liberar un OVM en diferentes sitios; la Conabio realiza un análisis independiente para cada sitio de liberación solicitado, siguiendo el enfoque de caso por caso).

ganismos genéticamente modificados, con el fin de prevenir, evitar o reducir los posibles riesgos que estas actividades pudieran ocasionar a la salud humana o al medio ambiente y a la diversidad biológica o a la sanidad animal, vegetal y/o acuícola. A partir de la entrada en vigor de la ley, la Semarnat tiene facultades en el ámbito de la bioseguridad.

La Conabio ha venido realizando análisis de riesgo para la liberación al ambiente de OVM, desde 1998, cuando empezó a recibir solicitudes de movilización y liberación de estos organismos que eran enviadas por la Sagarpa a la Dirección General de Vida Silvestre y a la Unidad Coordinadora de Asuntos Internacionales de la Semarnat, las cuales las remitían a Conabio. A partir de 2000 la Conabio es invitada a integrarse al SEA, y desde entonces recibe directamente de la Sagarpa las solicitudes de liberación al ambiente para su análisis y opinión. La Conabio emite recomendaciones caso por caso, entendiendo por un caso el trinomio compuesto por: 1] el hecho de la transformación, que es la inserción de una construcción genética en el genoma de un organismo receptor; 2] el organismo receptor, que por lo general corresponde a una especie cultivada, y 3] el sitio donde se pretende llevar a cabo la liberación. A partir de la entrada en vigor de la LBOGM (mayo de 2005), la Conabio pronuncia sus recomendaciones a la Sagarpa y a la Semarnat, respecto a la liberación de los OVM de las especies de su competencia y como apoyo técnico a la emisión de los dictámenes vinculantes sobre actividades de liberación experimental, de liberación en programa piloto y de liberación comercial de OVM que competen a la Sagarpa (de acuerdo con el artículo 66 de la LBOGM) (figura 1).



¿Por qué llevar a cabo un análisis de riesgo?

México es considerado uno de los cinco países más ricos en diversidad en el mundo; estos países, junto con otros siete, son considerados países "megadiversos", pues albergan entre 66 y 75% de la biodiversidad mundial. Por sí sólo, México concentra 10% de la biodiversidad mundial y 10% de todas las especies de plantas identificadas a la fecha. Vavilov (1951) identificó a México como uno de los centros de origen y diversificación de varios cultivos agrícolas económicamente importantes, como maíz, frijol, calabaza y chile. México y Guatemala han sido considerados como "centro de origen mesoamericano", sugiriéndose que estos dos países serían uno de los centros primarios de la domesticación de plantas (Hernández Xolocotzi, 1998).

Los riesgos potenciales por la liberación al ambiente de OVM en una región que presenta estas características merecen ser estudiados con mucho mayor detenimiento tomando en cuenta las repercusiones biológicas, económicas y culturales que una decisión equivocada pudiese tener sobre fuentes existentes de diversidad genética.

Dentro de los potenciales riesgos al ambiente y específicamente a la diversidad biológica que se han mencionado en la literatura científica por la liberación al ambiente de OVM se incluyen:

- Dispersión de polen y semillas del OVM.
- Flujo de genes entre el cultivo modificado genéticamente y los no modificados, así como con sus parientes silvestres.
- Pérdida de germoplasma (variabilidad genética).
- Introducción de especies exóticas.
- Competencia entre especies.
- Efectos en especies no "blanco".

Tomando en cuenta los riesgos y la realidad nacional se vuelve imprescindible analizar cuáles de estos riesgos serían potencialmente viables.



México es considerado como centro de origen del maíz y centro primario de domesticación del cultivo, debido a la presencia de registros fósiles en el Valle de Tehuacán de hace 9 000 años; además es centro de diversificación.

© Fulvio Eccardi

¿En qué consiste el análisis de riesgo que practica la Conabio?

El análisis de riesgo que lleva a cabo la Conabio por la liberación de OVM al ambiente es una herramienta de tipo precautoria y preventiva, que evalúa la posibilidad de existencia de flujo génico. Apuesta además al uso de información de línea base ya existente proveniente de colectas en herbarios, bancos de germoplasma, publicaciones, etc. (véase Arriaga *et al.*, 2006). México representa una gran fuente de biodiversidad, lo que implica que los análisis de riesgo sobre liberaciones de OVM al ambiente se tornan complicados de realizar y de interpretar en sus resultados, además de que no se cuenta con recursos para salir al campo a realizar los experimentos que indiquen los riesgos potenciales que pueden surgir (Soberón *et al.*, 2002), por lo que la metodología fue desarrollada pensando en las condiciones de nuestro país, y uno de los principios es el de realizar el análisis de riesgo caso por caso (figura 2).

La metodología consiste en:

1] Evaluar la información del OVM presentada por el solicitante y la disponible en bases de datos públicas. Si se identifica un problema inherente al OVM, el análisis no prosigue y se recomienda no permitir la liberación al ambiente.

2] Evaluar la posibilidad de que exista flujo génico del OVM con las especies relacionadas presentes en México, incluyendo al organismo receptor así como sus parientes silvestres, en caso de que el OVM en cuestión sea liberado en el lugar propuesto en la solicitud. Esta evaluación se realiza por medio de: 1] identificar la presencia y distribución del organismo receptor del OVM que se pretende liberar y de sus parientes silvestres presentes en México; 2] determinar, con base en la literatura publicada, las características del organismo receptor, de los parientes silvestres y del OVM conducentes a la hibridación; 3] inferir, con base en la literatura publicada, la posible adecuación de la descendencia en aquellos casos en los que la hibridación se pueda dar de manera natural; 4] detectar si el área donde se pretende liberar el OVM se encuentra suficientemente cercano (es decir aquella distancia que permite la hibridización, ya sea por la distancia a que se dispersa el polen de manera natural, o por los insectos polinizadores) a los puntos de colecta o está dentro del área de distribución potencial obtenida mediante un algoritmo que predice aquellas especies con las que pudiera hibridizar y tener descendencia viable.

A partir del 2005, este análisis de riesgo forma además parte integral de una metodología desarrollada en el seno del Subcomité Especializado de Medio Ambiente llamado AROMMA[3]. El SEMA, creado en 2002, es un órgano de consulta interdisciplinario de la Semarnat perteneciente a la Cibiogem y coordinado por el INE. En él participan por invitación investigadores de diversas instituciones mexicanas, al igual que dependencias de gobierno. Su finalidad es la de dar apoyo en los temas de bioseguridad y el ambiente.

¿Cómo lleva a cabo la Conabio el análisis de riesgo y qué herramientas utiliza?

La Conabio empezó a desarrollar el

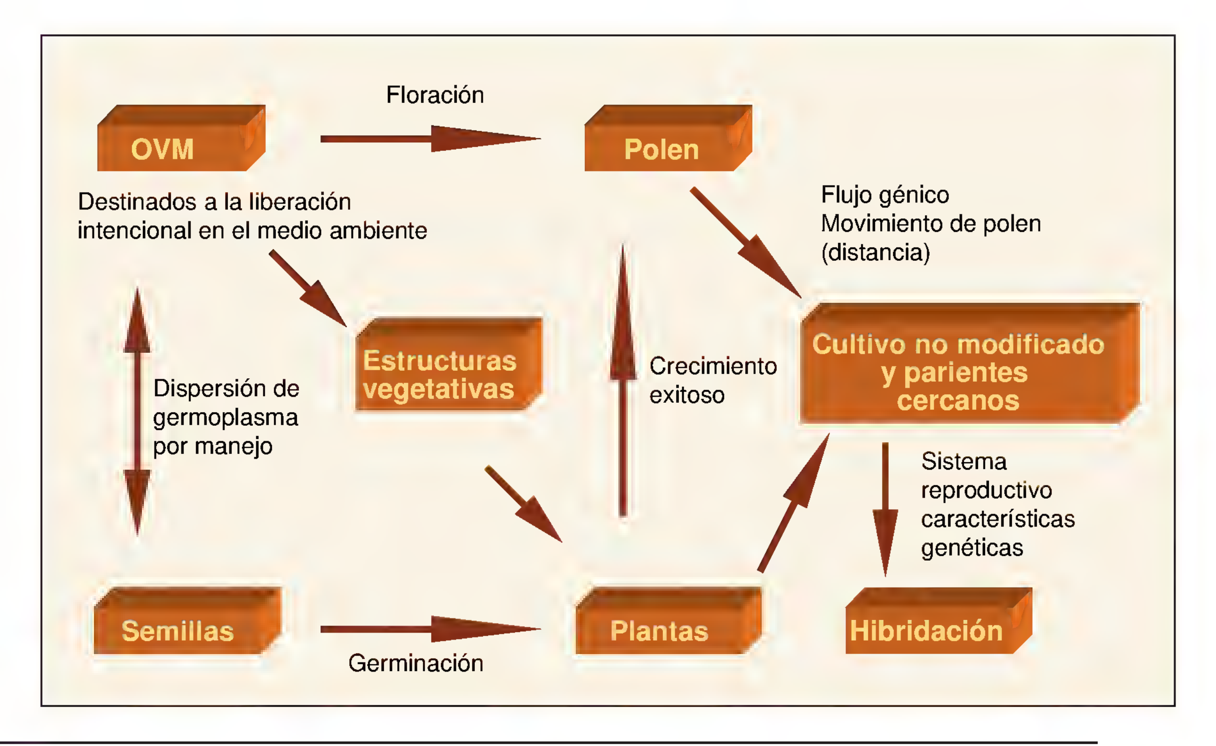


Figura 2. Esquema de los mecanismos comprobados de flujo génico entre los organismos vivos modificados, los cultivos no modificados y sus parientes silvestres.

Nombre común	Especie	Total de eventos de transformación	Número de especies de parientes silvestres
Alfalfa	*Medicago sativa* L.	2	5
Algodón	*Gossypium hirsutum* L.	19	24
Arroz	*Oryza sativa* L.	2	5
Betabel	*Beta vulgaris* L.	3	2
Calabaza	*Cucurbita pepo* L.	2	24
Canola	*Brassica napus* L. y *B. rapa* L.	23	60
Chicoria	*Cichorium intybus* L.	3	1
Clavel	*Dianthus caryophyllus* L.	14	1
Girasol	*Helianthus annuus* L.	1	12
Lino	*Linum usitatissimum* L.	1	1
Maíz	*Zea mays* L.	32	9
Melón	*Cucumis melo* L.	2	6
Papa	*Solanum tuberosum* L.	20	13
Papaya	*Carica papaya* L.	2	6
Pasto (*bentgrass*)	*Agrostis stolonifera* L.	1	27
Soya	*Glycine max* (L.) Merr.	8	3
Tabaco	*Nicotiana tabacum* L.	2	18
Jitomate	*Lycopersicon esculentum* Mill.	8	4
Trigo	*Triticum aestivum* L.	1	30
Total	**20 especies**	**146**	**251**

Tabla 1. Especies genéticamente modificadas liberadas comercialmente en al menos un país.

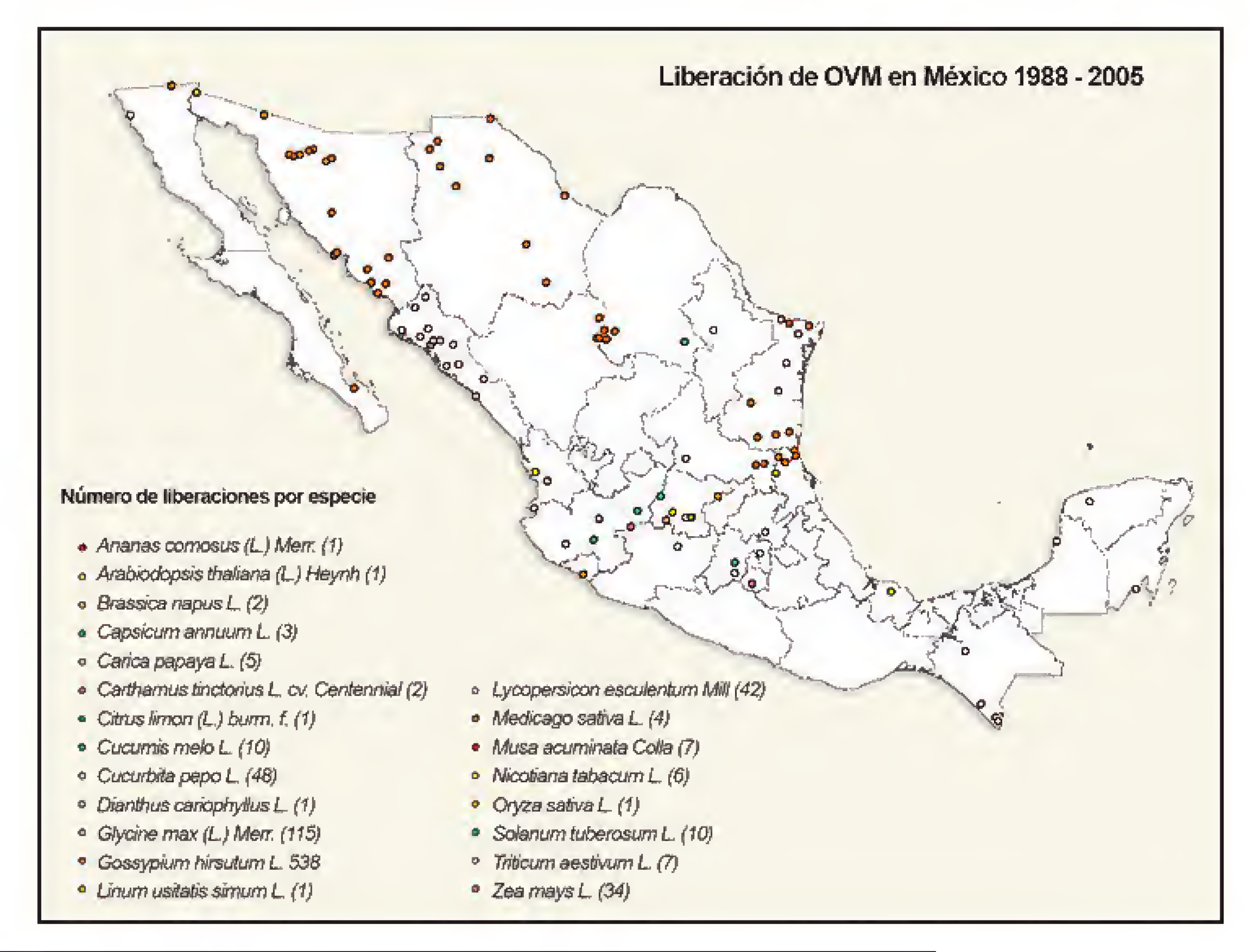
Fuente: <http://www2.oecd.org/biotech/frameset.asp> <http://www.agbios.com/dbase.php>

Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM)[4] desde 1999 y tuvo un impulso importante con el apoyo del proyecto para la creación de capacidad para la implementación del Protocolo de Cartagena financiado por el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF, por sus siglas en inglés), el cual se desarrolló de 2002 a 2005. El SIOVM que fue desarrollado a partir de la plataforma de Biótica es una base de datos que fue ideada como una herramienta pública de contenido de libre acceso en línea para dar apoyo en el proceso de análisis de riesgo, toma de decisiones, gestión y comunicación del riesgo.

El SIOVM incluye información de los OVM, de los organismos receptores y de los parientes silvestres presentes en México, la cual puede ser visualizada por el usuario en un archivo en formato PDF, facilitando su despliegue y almacenaje por el interesado (tabla 1).

El SIOVM es utilizado para recabar información necesaria de aquellas especies que tienen posibilidad de hibridizar con el OVM y que podrían tener descendencia viable de forma natural (excluyendo técnicas de laboratorio o polinización asistida). Para acotar el número de especies por analizar se utiliza información sobre la biología reproductiva de las especies, los mecanismos de dispersión de semillas, así como de su crecimiento vegetativo. Se consideran variables como la fenología, la viabilidad y movimiento del polen, mecanismos de dispersión de polen y semillas como el viento, polinizadores, frutos, las distancias de movimiento de polen, y estimaciones de flujo génico hechas previamente. Con toda esta información se determina qué especies realmente tienen posibilidades de hibridizar con el OVM. Además se recaban todos los puntos de ocurrencia de las especies analizadas, se valida su taxonomía y las referencias geográficas reportadas.

Los datos de colecta (puntos de ocurrencia) de cada una de las especies identificadas son ingresadas al modelo matemático predictivo espacial llamado "Genetic Algorithm for Rule-Set Prediction" (GARP; Stockwell y Noble, 1992; Stockwell y Peters, 1999), junto con información ecológico-geográfica. El resultado que se obtiene son las distribuciones potenciales para cada una de las especies analizadas, es decir las zonas con similitud de condiciones ambientales en las que es altamente probable que la especie se pueda encontrar, aun cuando su presencia no haya sido reportada previamente.



Liberaciones de OVM con carácter experimental en México entre 1988 y 2005. Algunos puntos pueden representar una o más liberaciones de OVM.



Cuando se han obtenido las distribuciones potenciales para cada especie con la cual el OVM puede llegar a hibridizar y tener descendencia viable, se realiza la suma geográfica de las distribuciones para todas las especies y ésta es representada gráficamente en un mapa para analizar las áreas potenciales de hibridización y flujo génico para las especies estudiadas. Sobre esta distribución potencial se representan además los puntos de ocurrencia usados para el análisis matemático y el sitio pretendido de liberación al ambiente del OVM. El análisis espacial de los datos se representa usando un sistema de información geográfica[5].

Es entonces cuando se analiza la cercanía del sitio en donde se pretende llevar a cabo la liberación del OVM con las distribuciones puntuales de las especies analizadas, así como de sus distribuciones potenciales. Si el sitio de liberación está lo suficientemente cercano a los puntos de ocurrencia, lo que según los datos biológicos pudiera indicar la posibilidad de flujo génico con la o las especies representadas, esto revelaría un potencial riesgo que debe ser prevenido evitando en lo posible que la liberación del OVM se lleve a cabo en el sitio solicitado. En estos casos la Conabio re-



Ejemplo de un estudio realizado a raíz de una solicitud para liberar un OVM de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en México. El mapa incluye la distribución de los puntos de colecta obtenidos a partir del SIOVM, al igual que su distribución potencial en la República mexicana. Dependiendo del sitio solicitado para liberar se podrá detectar o no la posible consecuencia de flujo génico en el análisis.

comienda no permitir la liberación del OVM en esa localidad. Si el sitio de liberación se ubica dentro de la distribución potencial de al menos una de las especies estudiadas, representa un posible riesgo. En este último caso, lo que Conabio recomienda es no permitir la liberación del OVM en la localidad solicitada hasta que no se lleven a cabo estudios de campo para corroborar la presencia de esas especies. Si se comprueba que la especie se encuentra en el área estudiada, se recomienda no liberar el OVM en esa localidad. La Conabio también toma en cuenta en su análisis las medidas de bioseguridad, al igual que las de contingencias presentadas en la solicitud que pudieran subsanar cualquier riesgo de flujo génico detectado, y si se las consideran insuficientes se sugieren otras medidas adicionales.

Una de las actividades realizadas mediante el Proyecto GEF fue presentar las metodologías de análisis de riesgo del INE y de la Conabio a los sectores de la sociedad que muestran un interés y una preocupación en el tema, incluyendo el académico, el privado y la sociedad civil. Esto abrió la discusión y permitió recoger una serie de opiniones y comentarios positivos que se integraron a las metodologías. Al ser la biotecnología moderna un área en constante evolución y estar en constante aumento la solicitud de permisos de liberación de OGM, la discusión sobre perfeccionar y optimizar las metodologías de análisis de riesgo sigue abierta.

[1] Conabio y UNAM
[2] Conabio
<facevedo@xolo.conabio.gob.mx>
[3] Semarnat

Referencias

[1] <http://web2.senasica.sagarpa.gob.mx/xportal/nom/noms/Doc74/NOM056.doc>
[2] <http://www.cddhcu.gob.mx/leyinfo/pdf/Ley_BOGM.pdf>
[3] <http://www.ine.gob.mx/aromma/>
[4] <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/doctos/consulta_SIOVM.html>
[5] Arc View 3.3 Spatial Analyst, ESRI, <http://www.esri.com>

Mauricio Casas Martínez y Arnoldo Orozco Bonilla*

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL GÉNERO *ANOPHELES* EN EL SUR DE MÉXICO

Los insectos constituyen el grupo de organismos más exitoso y de mayor variedad en todos los ecosistemas del planeta, con excepción del mar. Entre las cualidades a las que deben su éxito destacan la rápida colonización de los hábitats disponibles, su ciclo de vida corto, la capacidad adaptativa para explotar nuevos nichos y la facultad de separar las etapas de desarrollo y la de dispersión en ambientes diferentes, respectivamente.

En términos numéricos se conocen dos millones de especies de insectos, se estima que existen aproximadamente 10 millones. Una pequeña proporción de éstas, alrededor de 300-400 especies, se alimentan de la sangre de diferentes animales vertebrados; por esta razón, muchas de ellas participan en la propagación de las enfermedades más importantes transmitidas por artrópodos como la tripanosomiasis africana (enfermedad del sueño), el dengue (fiebre quebrantahuesos o quebradora), la leishmaniasis (úlcera de los chicleros), el paludismo (malaria), la tripanosomiasis americana (enfermedad de Chagas), la filariasis linfática (elefantiasis) y la oncocercosis (ceguera de los ríos) (WHO/TDR, 2004).



Hembra de la especie *Anopheles pseudopunctipennis* alimentándose sobre humano.

© Cuauhtémoc Villarreal Treviño

Los mosquitos o zancudos, como se les conoce en algunos lugares de nuestro país, se encuentran clasificados dentro de la familia Culicidae del orden Diptera (Knight y Stone, 1977). Desde el punto de vista ecológico, estos insectos se caracterizan principalmente por su riqueza específica y por su importancia médica y veterinaria, debido a que existen alrededor de 2 500 especies en el mundo y a que las hembras tienen hábitos hematófagos en la mayoría de los casos, lo que les confiere la capacidad biológica de transmitir agentes infecciosos como protozoarios, helmintos, bacterias y virus.

El género *Anopheles* agrupa cerca de 400 especies de mosquitos, incluyendo las 85 especies transmisoras del agente causal del paludismo humano (Bown y Nelson, 1993). Los inventarios taxonómicos de anofelinos mexicanos publicados por diferentes autores presentan inconsistencias en cuanto al número y los nombres de las especies (Vargas y Martínez Palacios, 1956; Vargas, 1976; Knight y Stone, 1977; Darsie, 1996; WRBU, 2001), no obstante, la diversidad biológica de este grupo de artrópodos está integrada por 26-28 especies.

Actualmente, sólo tres especies de *Anopheles* se han confirmado como los principales vectores del paludismo humano en México: *Anopheles albimanus* Wiedemann, 1820, se extiende territorialmente sobre las zonas costeras con elevaciones <100 m, donde sus poblaciones son abundantes durante la temporada de lluvias (Rodríguez y Loyola, 1989); *Anopheles pseudopunctipennis* Theobald, 1901, especie con amplia distribución en las regiones montañosas localizadas sobre altitudes de 200-2000 m, la cual incrementa sus poblaciones a lo largo de la temporada seca (Rodríguez y Loyola, 1989; Fernández-Salas *et al.*, 1994), y *Anopheles ves-*

titipennis Dyar & Knab 1906, mosquito nativo de la selva Lacandona y el sur de Chiapas (Loyola *et al*., 1991).

Debido a que no existen reportes recientes sobre la biodiversidad de los mosquitos transmisores de paludismo en el territorio mexicano, se llevó a cabo la verificación en campo de la presencia de las especies del género *Anopheles* y su distribución geográfica en los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, con la finalidad de actualizar el conocimiento biogeográfico de este grupo de insectos dentro del área que comprende los focos palúdicos de la frontera sur (SSA, 2001), principalmente.

Durante los años 2001-2003, se realizaron muestreos de mosquitos silvestres, que consistieron en colectas de larvas y adultos por los métodos entomológicos convencionales para el estudio de vectores de paludismo (WHO, 1975), en 129 localidades distribuidas en cinco entidades federativas: 17 de Guerrero, 43 de Oaxaca, 67 en Chiapas, una en el DF y una en el Estado de México. Todos los ejemplares colectados en campo fueron trasladados al Laboratorio de Taxonomía del Centro de Investigación de Paludismo del Instituto Nacional de Salud Pública (CIP-INSP), ubicado en la Ciudad de Tapachula, Chiapas, lugar en donde se realizó el montaje de los ejemplares y la determinación taxonómica de los mosquitos a nivel de especie, de acuerdo con las claves descritas por Vargas y Martínez-Palacios (1956), Clark-Gill y Darsie (1983) y, Wilkerson y colaboradores (1993).



Trampa cortina con cebo animal para la colecta de mosquitos en campo.

© Armando Ulloa García

Al concluir las actividades de taxonomía clásica, el número de especies identificadas fue de 21 (cuadro 1), pertenecientes a seis géneros (*Anopheles, Aedes, Ochlerotatus, Culex, Culiseta y Limatus*) y ocho subgéneros (*Anopheles, Nyssorhynchus, Stegomyia, Finlaya,*

ESPECIE	ESTADO				
	Guerrero	Oaxaca	Chiapas	D. F.	Edo. de México
Ae. aegypti Linneaus, 1762			√		
Ae. albopictus Skuse, 1894			√		
An. albimanus Wiedemann, 1820	√	√	√		
An. apicimacula, Dyar & Knab, 1906			√		
An. argyritarsis Robineau-Desvoidy, 1827			√		
An. aztecus Hoffmann, 1935 *				√	
An. crucians Wiedemann, 1828			√		
An. darlingi Root, 1926			√		
An. eiseni Coquillett, 1902			√		
An. franciscanus McCraken, 1904		√	√		
An. hectoris Giaquinto-Mira, 1931			√		
An. parapunctipennis Martini, 1932			√		
An. pseudopunctipennis Theobald, 1901	√	√	√		
An. punctimacula Dyar & Knab, 1906			√		
An. vestitipennis Dyar & Knab, 1906			√		
Cu. inornata Willinston, 1893					√
Cx. erythrothorax Dyar, 1907					√
Li. durhamii Theobald, 1901			√		
Oc. epactius Dyar & Knab, 1908			√		
Oc. podographicus Dyar & Knab, 1906			√		
Oc. togoi Theobald, 1907 *					√
Total de especies colectadas	**2**	**3**	**17**	**1**	**3**

Cuadro 1. Listado de especies colectadas por entidad federativa durante el muestreo de mosquitos.

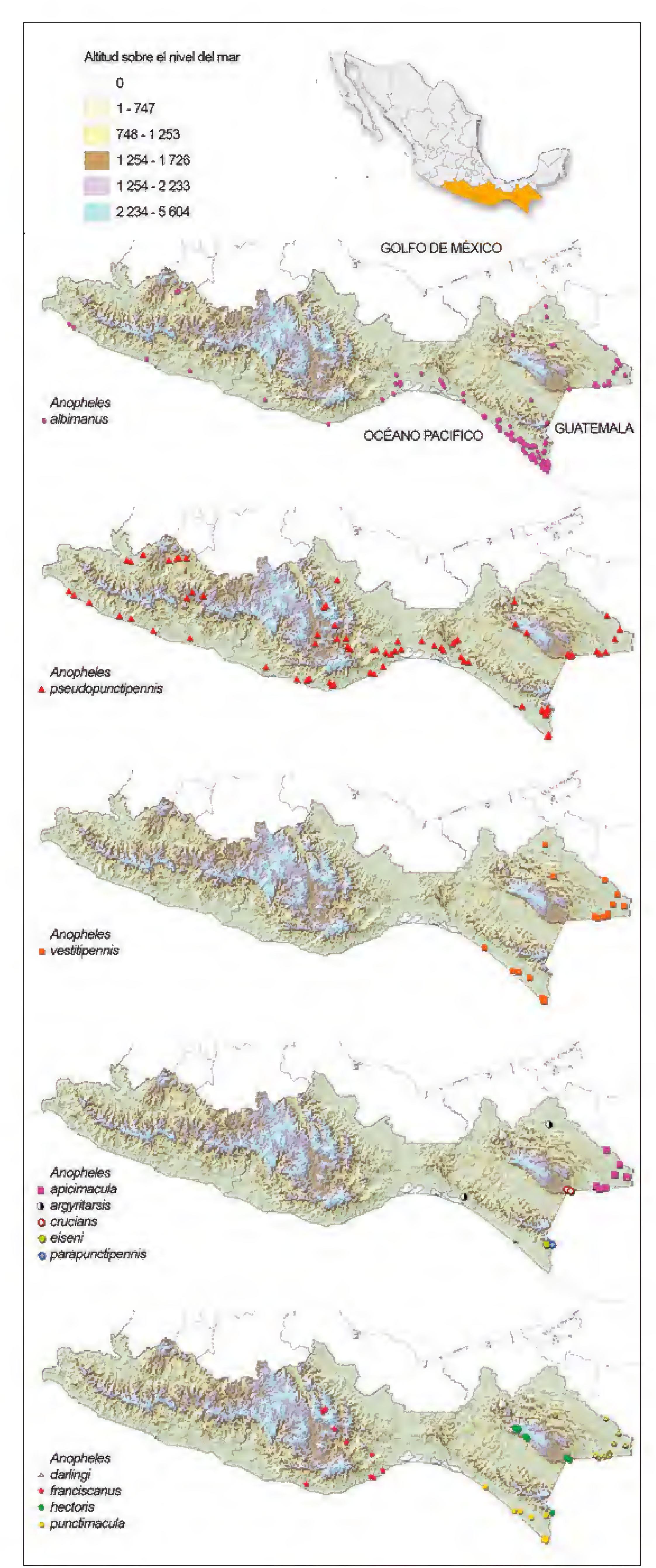


Figura 1. Distribución geográfica de las especies de *Anopheles* en el sur de México.

Ochlerotatus, Protomacleaya, Culex y *Culiseta*) considerados por el Catálogo Sistemático de Culicidae (WRBU, 2001).

Los fenómenos meteorológicos de magnitudes similares a las que afectaron recientemente la región del Caribe, las Antillas y el Golfo de México, han ocurrido en años anteriores y, sin lugar a dudas, influyeron en la modificación de los ecosistemas establecidos a lo largo de la costa del Pacífico sur de nuestro país. Por lo anterior, puede explicarse, en parte, por qué la diversidad y distribución geográfica de los mosquitos del género *Anopheles* presentó cambios importantes con respecto a la riqueza de especies y abundancia de las especies colectadas en los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas (figura 1) a lo largo del estudio, en comparación con la información que sirvió de antecedente al presente proyecto de investigación.

Para constancia de la información derivada del trabajo en campo se integró una colección biológica, en donde se depositó el material biológico identificado previamente, llevándose a cabo la captura de 757 registros curatoriales en el formato del Sistema de Información Biótica versión 4.0, proporcionado por la Conabio, para la conformación de bases de datos compatibles con el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Al mismo tiempo, se realizó la recopilación de 45 títulos bibliográficos relacionados con los mosquitos transmisores de paludismo y su distribución en el territorio

El género Anopheles *agrupa cerca de 400 especies de mosquitos, incluyendo las 85 especies transmisoras del agente causal del paludismo humano*

---

nacional. Por lo tanto, la colección biológica del CIP-INSP y el archivo documental complementario contribuirán a la ampliación del conocimiento sobre la biodiversidad de la familia Culicidae de México y servirán para delimitar las zonas de riesgo entomológico tomando en cuenta la presencia de los mosquitos con altas probabilidades de convertirse en vectores, además de haberse constituido la primera colección de referencia especializada en mosquitos con importancia médica y veterinaria en la región sur del país.

Ahora, el CIP-INSP cuenta con un grupo de investigación con enfásis en la taxonomía de mosquitos para apoyar los estudios sobre vectores de enfermedades, con amplia experiencia en métodos de colecta en campo y capacidad suficiente para la identificación de especies en el laboratorio, que en lo sucesivo pretende enriquecer su colección biológica con ejemplares representativos de todos los estados de la República mexicana.

*Instituto Nacional de Salud Pública / Centro de Investigación de Paludismo <mcasas@insp.mx>

Agradecimientos

A la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad por el apoyo financiero al proyecto V019.

A los doctores Cuauhtémoc Villarreal Treviño y Armando Ulloa García por las fotografías y a la Ingeniera Evangelina Morales Carmona, INSP/Departamento de Sistemas de Información Geográfica en Salud, por la elaboración de los mapas temáticos.

Bibliografía

Bown, D.N. y M. Nelson. 1993. Anopheline vectors of human plasmodia. In *Parasitic Protozoa*, Vol. 5. J.P. Kreier (ed.), 2a. edición. Academic Press Inc., Nueva York.

Clark-Gill, S. y R.F. Darsie Jr. 1983. The mosquitoes of Guatemala, their identification, distribution and bionomics, with keys to adults females and larvae. *Mosq. Syst*. 15:151-284.

Darsie Jr., R.F. 1996. a Survey and bibliography of the mosquito fauna of Mexico (Diptera:Culicidae). *J. Am. Mosq. Control Assoc*. 12:298-306.

Fernández-Salas, I., M.H. Rodríguez, D.R. Roberts, M.C. Rodríguez y R.A. Wirtz. 1994. Bionomics of adult *Anopheles pseudopunctipennis* (Diptera: Culicidae) in the Tapachula foothills area of southern Mexico. *J. Med. Entomol*. 31:663:670.

Knight, K.L. y A. Stone. 1977. A catalog of the mosquitoes of the world (Diptera:Culicidae). 2a. ed., vol. 6. M. D. Lanham: Entomol. Soc. Am., The Thomas Say Foundation., EUA.

Loyola, E.G., J.I. Arredondo, M.H. Rodríguez, D.N. Bown y M.A. Vaca-Marín. 1991. *Anopheles vestitipennis*, the probable vector of *Plasmodium vivax* in the Lacandon forest of Chiapas, Mexico. *Trans. Royal Soc. Trop. Med. Hyg*. 85:171-174.

Rodríguez, M.H. y E.G. Loyola. 1989. Situación epidemiológica actual y perspectivas de la investigación entomológica en México. *Memorias del IV Simposio Nacional de Entomología Médica y Veterinaria*, pp. 15-40. Oaxtepec, Mor., México. Sociedad Mexicana de Entomología.

Secretaría de Salud (SSA). 2001. Programa de acción: enfermedades transmitidas por vector. Paludismo, pp. 17-28. Secretaría de Salud, México.

Vargas, L. 1976. Nueva lista de especies de *Anopheles* en México (Culicidae: Diptera). *Rev. Inv. Salud Pública* 36:87-91.

Vargas, L. y A. Martínez-Palacios. 1956. Anofelinos mexicanos, taxonomía y distribución. Comisión Nacional para la Erradicación del Paludismo. Secretaría de Salubridad y Asistencia, México.

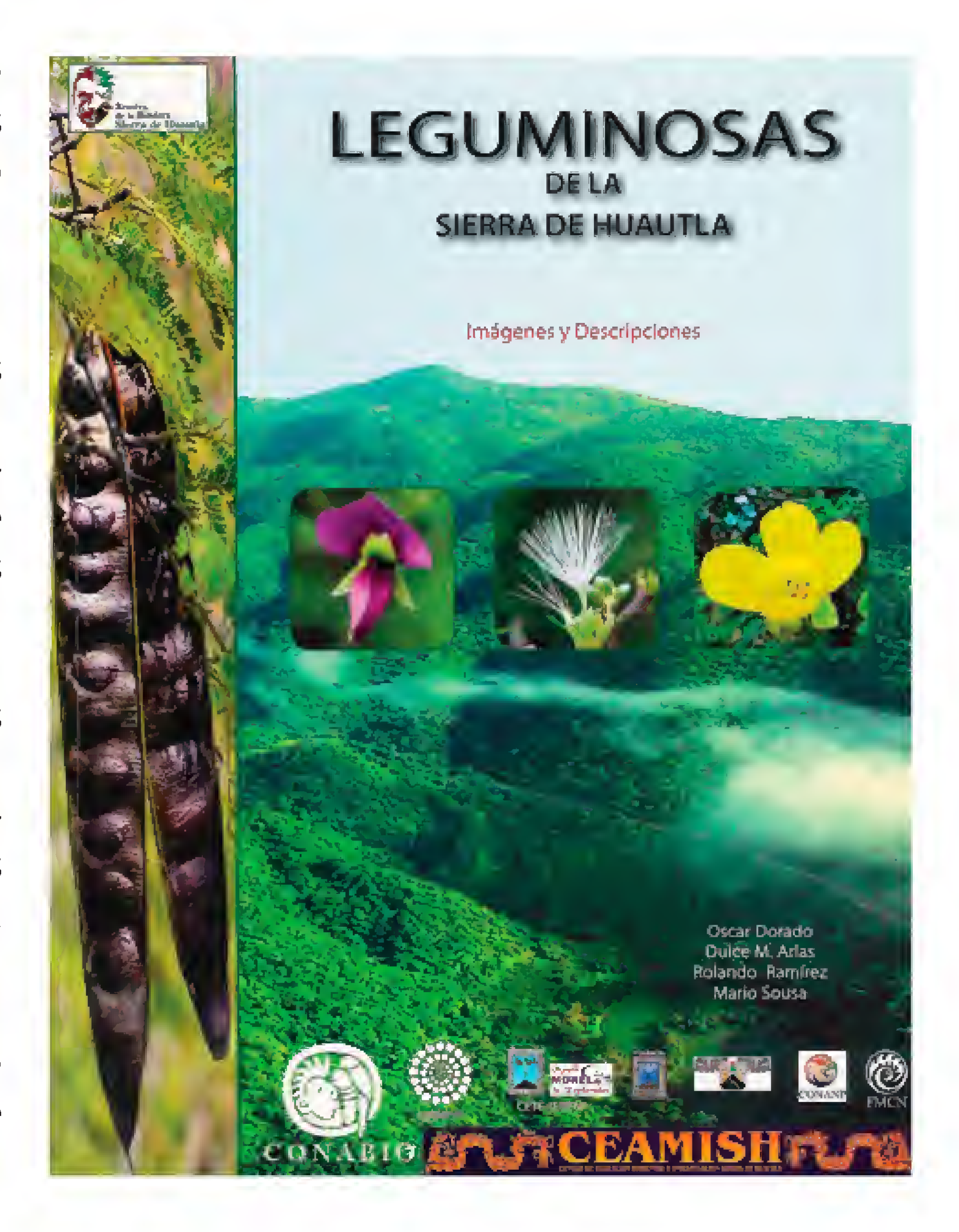
World Health Organization (WHO). 1975. Manual on practical entomology in malaria. Part II, methods and techniques. WHO offset publication No. 13. World Health Organization, Ginebra.

WHO/TDR 2004. UNICEF-UNDP-World Bank-WHO Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases (TDR) <http://www.who.int/tdr/> (fecha de consulta 25/03/04).

Wilkerson, R.C., D. Strickman, I. Fernández-Salas, S. Ibáñez-Bernal y T.R. Liwak. 1993. Clave ilustrada para la identificación de las hembras de mosquitos anofelinos de México y América Central. Centro de Investigación de Paludismo, Secretaría de Salud., México.

Walter Reed Biosystematics Unit (WRBU). 2001 Systematic Catalog of Culicidae. <http://www.mosquitocatalog.org/entrypage.asp> (fecha de consulta 31/01/02).

Leguminosas de la Sierra de Huautla. Imágenes y descripciones



De las casi 280 000 especies de plantas con flores que existen en el mundo, la familia Fabaceae es una de las más abundantes. En México ocupa el segundo lugar en cuanto a número de especies (1 724) y un poco más de la mitad de ellas son endémicas. Entre las leguminosas se encuentra el mayor número de especies con importancia económica, como los frijoles, las habas, los chícharos, los ejotes y las jícamas, entre otras.

En este libro se presentan 57 de las 125 especies de leguminosas registradas en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (Rebiosh), es decir 45.6 % del total de leguminosas de esta área y 6.8% de la flora conocida hasta el momento. Se incluyen imágenes de las especies seleccionadas.

La obra está dividida en diez partes I) Presentación, II) Las leguminosas y su importancia ecológica en el trópico seco, III) Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, IV) Metodología, V) Morfología general de las leguminosas, VI) Imágenes y descripciones, VII) El Ceamish, VIII) Glosario, IX) Literatura citada y X) Nombres científicos y nombres comunes. Es una edición de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, el Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla y la Conabio; sus autores son Óscar Dorado, Dulce M. Arias, Rolando Ramírez y Mario Souza.



La Conabio tiene un centro de documentación e imágenes con libros, revistas, mapas, fotos e ilustraciones sobre temas relacionados con la biodiversidad; más de 3 000 títulos están disponibles al público para su consulta. Además distribuye cerca de 150 títulos que ha coeditado, que pueden adquirirse a costo de recuperación o donarse a bibliotecas que lo soliciten. Para mayor información, llame al teléfono 5528-9172, escriba a <cendoc@xolo.conabio.gob.mx>, o consulte los apartados de Centro de Documentación y de Publicaciones en la página web de la Conabio <www.conabio.gob.mx>.

La misión de la Conabio es promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

secretaría técnica: José Luis Luege Tamargo
coordinación nacional: José Sarukhán Kermez
secretaría ejecutiva: Ana Luisa Guzmán
dirección de evaluación de proyectos: María del Carmen Vázquez

Los artículos reflejan la opinión de sus autores y no necesariamente la de la Conabio.
El contenido de *Biodiversitas* puede reproducirse siempre que se citen la fuente y el autor.
Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor: 04-2005-040716240800-102. Número de Certificado de Licitud de Título: 13288. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 10861.

editor responsable: Fulvio Eccardi Ambrosi   asistentes: Thalía Iglesias, Leticia Mendoza
<biodiversitas@xolo.conabio.gob.mx>
producción: Gaia Editores, S.A. de C.V.   diseño: Tools Soluciones Gráficas
tipografía y formación: Socorro Gutiérrez   cuidado de la edición: Antonio Bolívar

impresión: Artes Gráficas Panorama, S.A. de C.V., Avena 629 Col. Granjas México 08400 México, D.F.

COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD
Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Tlalpan 14010 México, D.F.
Tel. 5528-9100, fax 5528-9131, www.conabio.gob.mx Distribución: nosotros mismos